

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: September 9, 1999

Application Number: Japanese Patent Application
No. 11-256410

Applicant(s): TOKYO ELECTRON LIMITED
LINTEC CO., LTD.

October 6, 2000

Commissioner,
Patent Office

Kouzo Oikawa (Seal)

Certificate No.2000-3080989

日本国特許
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 9月 9日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第256410号

出願人
Applicant(s):

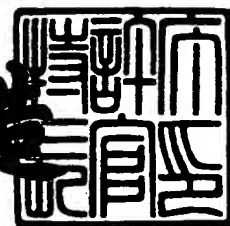
東京エレクトロン株式会社
株式会社リンテック

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年10月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3080989

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP990107

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 H01L 21/205

【発明者】

 【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロ
ン株式会社 総合研究所内

 【氏名】 小島 康彦

【発明者】

 【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロ
ン株式会社 総合研究所内

 【氏名】 森 宏幸

【発明者】

 【住所又は居所】 滋賀県野洲郡中主町大字乙窪字澤 5 8 8 番 1

 【氏名】 小野 弘文

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

 【代表者】 東 哲郎

【特許出願人】

 【識別番号】 390014409

 【氏名又は名称】 株式会社リンテック

 【代表者】 小野 弘文

【代理人】

 【識別番号】 100090125

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 浅井 章弘

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 049906

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 気化器及びこれを用いた半導体製造システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧送されてくる液体原料を減圧雰囲気中にて気化させる気化器において、前記圧送されてくる液体原料を一時的に貯留する液溜め室と、減圧雰囲気になされた気化室と、前記液溜め室と前記気化室とを連通して前記液体原料を前記気化室側へ流通させる細孔と、前記細孔の前記液溜め室側の液入口を開閉する弁体と、前記弁体の弁開度を制御するアクチュエータ手段とを備えたことを特徴とする気化器。

【請求項 2】 前記気化室へキャリアガスを導入するためのキャリアガス導入手段を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の気化器。

【請求項 3】 前記弁体は、ダイヤフラム或いはベローズよりなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の気化器。

【請求項 4】 前記気化室は、前記細孔の液出口より略円錐状に拡大していることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の気化器。

【請求項 5】 前記細孔の液出口からの前記液体原料の噴出方向は、気化器出口の方向に一致していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の気化器。

【請求項 6】 少なくとも前記気化室及び前記液体原料を加熱する加熱手段と、この温度を検出する温度センサとを備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の気化器。

【請求項 7】 前記加熱手段は複数の加熱ヒータよりなり、前記温度センサは前記加熱ヒータに対応させて複数個設けられると共に、1つの温度センサは前記細孔の液出口の近傍に設けられることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の気化器。

【請求項 8】 前記キャリアガス導入手段のガス噴出口は、前記細孔の液出口の近傍に位置されていることを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれかに記載の気化器。

【請求項 9】 前記原料液体は、処理装置の成膜時に用いられる金属錯体原料であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の気化器。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の気化器と、処理装置とを備えたことを特徴とする半導体製造システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原料液体を気化させる気化器及びこれを用いた半導体製造システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、半導体デバイスを製造するには、半導体ウエハに成膜処理やパターンエッチング処理を繰り返し行なって所望のデバイスを製造するが、中でも成膜技術は伝導体デバイスが高密度化及び高集積化するに伴ってその仕様が年々厳しくなっており、例えばデバイス中のキャパシタの絶縁膜やゲート絶縁膜のように非常に薄い酸化膜、或いは電極膜や配線膜などに対しても更なる薄膜化が要求されている。例えば配線膜を例にとれば、銅膜やアルミニウム膜を CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により成膜する方法が提案されており、この場合には、成膜ガスとして液状の原料（液体原料）を気化させてガス化し、成膜プロセスに用いている。上記液体原料を気化するにあたっては、気化器を用いているが、通常の成膜プロセスにおいては単位時間当たりの液体原料の流量は非常に僅かであり、精度の高い成膜処理を行なうためには、圧送される液体原料を効率的に気化させて下流側の成膜装置等へ供給する必要がある。

【0003】

ここで従来の気化器の構成について、図 9 を参照して説明する。図示するように、この気化器 2 は、気化器本体 4 内に中空状の弁箱 6 を形成し、この弁箱 6 内を 2 分割するようにして屈曲可能になされた薄い円板状の金属板よりなるダイヤフラム 8 を設け、図示例では下方の空間を気化室 10 として形成している。このダイヤフラム 8 は、後述する弁口を開閉し、流量制御を行なう弁体として機能す

る。図示例においてこの気化室 1 0 の底部中心に弁口 1 2 を設けており、圧送されてくる原料液体をこの弁口 1 2 より吐出させるようになっている。また、この気化室 1 0 の底部には、例えば A r ガスや H e ガス等の不活性ガスをキャリアガスとして導入するキャリアガス導入口 1 4 及び原料液体を気化することにより形成された原料ガスを排出する原料ガス排出口 1 6 が設けられており、この原料ガスは図示しない成膜装置等へ搬送されて行く。

【 0 0 0 4 】

一方、ダイヤフラム 8 の気化室 1 0 とは反対側には、例えば電磁式のアクチュエータ手段 1 8 が設けられており、この駆動軸 2 0 の先端で、上記ダイヤフラム 8 を押圧して上記弁口 1 2 の開閉及び弁開度を制御できるようになっている。また、この気化器全体は、図示しない加熱ヒータにより所定の温度に加熱されており、液体原料を加熱して気化し易くすると共に、気化状態の原料ガスの再液化を防止している。

この気化器 2 において、気化室 1 0 内は、成膜装置側の真空引きにより減圧雰囲気になされており、圧送されてきた液体原料は、弁口 1 2 より流出して、減圧雰囲気の気化室 1 0 内にて断熱膨張によりミスト化と気化が同時に生じて原料ガスが発生し、この原料ガスはキャリアガスにより運ばれて原料ガス排出口 1 6 より排出され、成膜装置側へ搬送される。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したような気化器 2 にあっては、屈曲ストローク量が非常に少ないダイヤフラム 8 自体を気化室 1 0 の仕切り壁として用いていることから、この気化室 1 0 の体積が非常に少ないので、コンダクタンスが小さくなり、この結果、成膜装置側で強力に真空引きを行なっても圧力損失が大きくて気化室 1 0 内を十分に真空引きできない、といった問題があった。また、上述のように排気コンダクタンスが小さいことから、気化状態の原料ガスの流れもそれ程円滑ではない、といった問題もあった。

このため、気化室 1 0 内では、液体原料の気化が十分に行なわれずにミスト状の液体原料が気化室 1 0 の内壁に付着するといった現象も生じ易い傾向にある。こ

の内壁に付着したミスト状の液体原料は、気化器自体が所定の温度に加熱されていることから次第に蒸発して行くが、この液体原料は化学的不安定な場合が多いので蒸発前に熱反応で分解し、これによって気化室内で例えば金属が析出して内部を閉塞させるなどの問題もあるのみならず、設計通りの所望の膜厚に達しない場合すらあった。

【0006】

また、他の気化器として例えば特開平 5 - 3 0 4 1 0 0 号公報に開示されているようなものもあるが、この気化器では開閉弁と流量制御弁を別体として設けていることから、気化器全体が複雑化するという問題がある。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、液体原料を効率的に気化させることができる気化器及びこれを用いた半導体製造システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に規定する発明は、圧送されてくる液体原料を減圧雰囲気中にて気化させる気化器において、前記圧送されてくる液体原料を一時的に貯留する液溜め室と、減圧雰囲気になされた気化室と、前記液溜め室と前記気化室とを連通して前記液体原料を前記気化室側へ流通させる細孔と、前記細孔の前記液溜め室側の液入口を開閉する弁体と、前記弁体の弁開度を制御するアクチュエータ手段とを備えるように構成したものである。

これにより、液溜め室内に一時的に貯留されている液体原料は、アクチュエータ手段により弁体を例えば開方向へ移動させることにより、液溜め室側の液入口が開かれて、液体原料は細孔を通過して減圧雰囲気になされた比較的広い気化室に流入し、これと同時にミスト化と気化が生じて原料ガスが発生する。この際、気化室は比較的大きくなされているので、液体原料を迅速に且つ効率的に気化させることが可能となる。

【0008】

この場合、請求項 2 に規定するように、前記気化室へキャリアガスを導入するためのキャリアガス導入手段を設けることにより、液体原料をキャリアガス中に

混合させて効率的にミスト化させることが可能となる。

請求項 3 に規定するように、例えば前記弁体は、ダイヤフラム或いはペローズよりなる。

また、請求項 4 に規定するように、例えば前記気化室は、前記細孔の液出口より略円錐状に拡大している。

更に、請求項 5 に規定するように、例えば前記細孔の液出口からの前記液体原料の噴出方向は、気化器出口の方向に一致しているように設定してもよい。

これによれば、排気コンダクタンスが大きくなって圧力損失を減少でき、一層効率的に液体原料を気化させることが可能となる。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 6 に規定するように、例えば少なくとも前記気化室及び前記液体原料を加熱する加熱手段と、この温度を検出する温度センサとを備えるようにしてもよい。これによれば、例えば液体原料を加熱して気化し易くでき、また、気化状態の原料ガスが再液化することも防止することが可能となる。

また、請求項 7 に規定するように、例えば前記加熱手段は複数の加熱ヒータよりなり、前記温度センサは前記加熱ヒータに対応させて複数個設けられると共に、1 つの温度センサは前記細孔の液出口の近傍に設けられるようにしてもよい。これによれば、気化熱により冷える傾向にある細孔の液出口の近傍の温度を検出できるので、これを最適な温度に制御でき、液体原料の気化を一層効率的に行なうことが可能となる。

【 0 0 1 0 】

更に、請求項 8 に規定するように、例えば前記キャリアガス導入手段のガス噴出口は、前記細孔の液出口の近傍に位置されるようにしてもよい。

これによれば、細孔の液出口より流出した液体原料を直ちにキャリアガスで拡散させてミスト化できるので、その分、液体原料の気化を効率的に行なうことが可能となる。

また、請求項 9 に規定するように、例えば前記原料液体は、処理装置の成膜時に用いられる金属錯体原料である。

また、請求項 1 0 に規定する発明は、上述したような気化器と、処理装置とを

備えたことを特徴とする半導体製造システムである。

これにより、所望の流量の液体原料を、半導体製造のためのプロセスガスとして効率的に使用することが可能となり、例えば堆積膜の膜厚を精度良くコントロールすることが可能となる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る気化器及びこれを用いた半導体製造システムの一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図1は本発明に係る気化器を用いた半導体製造システムを示す概略全体構成図、図2は本発明の気化器を示す断面図、図3乃至図5は気化器の主要部を示す拡大図、図6はダイヤフラムを示す平面図である。ここでは、液体原料としてCu(hfac)TMVSを用いて銅(Cu)膜をCVDにより成膜する場合について説明する。

この半導体製造システム22は、成膜を施す処理装置24と、これに供給する成膜ガスとして液体原料を気化させる気化器26とにより主に構成される。

【0012】

上記気化器26に対して液体原料を供給する原料供給系28は、金属酸化膜の原料として液体原料30、例えばCu(hfac)TMVS（銅含有錯体）を貯留する密閉状態の原料タンク32を有しており、このタンク32は分解反応を防ぐために、加熱せずに室温に保たれている。

この原料タンク32の気相部には、加圧管36の先端が上部より導入されており、この加圧管36からは加圧気体として例えば圧力制御されたHeガスを原料タンク32内の気相部へ導入し得るようになっている。

【0013】

また、この原料タンク32と上記気化器26の入口との間は例えばステンレス管よりなる液体原料供給通路38により連絡され、この気化器26の出口と上記処理装置24の天井部を連絡するようにして例えばステンレス管よりなる原料ガス通路40が設けられている。上記供給通路38の原料導入口38Aはタンク32内の液体原料30中に浸漬させて底部近傍に位置されて、液体原料30を通路

3 8 内に加圧搬送し得るようになっている。

この液体原料供給通路 3 8 は、その途中に液体質量流量計 4 2 を介設して、気化器 2 6 内の弁体にて液体原料 3 0 の供給量を制御できるようになっている。

【 0 0 1 4 】

そして、この気化器 2 6 よりも下流側の原料ガス通路 4 0 には、例えばテープヒータよりなる保温用ヒータ 4 4 が巻回されており、成膜ガスの液化温度よりも高く、且つ分解温度よりも低い温度、例えば 5 0 ～ 7 0 ℃ の範囲内で保温するようになっている。

また、上記気化器 2 6 には、キャリアガス導入管 4 6 が接続されており、キャリアガスとして例えば A r ガスや H e ガスのような不活性ガス、ここでは H e ガスを流量制御しつつ供給するようになっている。

【 0 0 1 5 】

一方、上記処理装置 2 4 は、例えばアルミニウムにより筒体状に成形された処理容器 4 8 を有している。この処理容器 4 8 の底部 4 8 A の中心周辺部には、排気口 5 0 が設けられており、この排気口 5 0 には図示しない例えばターボ分子ポンプやドライポンプが介設されて、容器内部を真空引き可能としている。

この処理容器 4 8 内には、非導電性材料、例えばアルミナ製の載置台 5 2 が設けられ、この載置台 5 2 上に被処理体として例えば半導体ウエハ W を載置するようになっている。

【 0 0 1 6 】

上記載置台 5 2 には、例えば、S i C によりコーティングされたカーボン製の抵抗発熱体 5 4 が埋め込まれており、この上面側に載置される半導体ウエハを所望の温度に加熱し得るようになっている。尚、ウエハを加熱する手段として上記抵抗発熱体 5 4 に替え、ハロゲンランプ等の加熱ランプを用いて加熱するようにしてもよい。

また、処理容器 4 8 の天井部には、シャワーヘッド 5 6 が気密に取り付けられており、上記シャワーヘッド 5 6 は載置台 5 2 の上面の略全面を覆うように対向させて設けられている。このシャワーヘッド 5 6 の導入口には、上記原料ガス通路 4 0 の先端が接合されており、処理容器 4 8 内に成膜ガス等をシャワー状に導

入するようになっている。そして、この処理容器 48 の側壁には、ゲートバルブ 58 を介して真空引き可能になされたロードロック室 60 が接合されている。

【0017】

次に、図 2 乃至図 5 を参照して上記気化器 26 の構造を説明する。図 2 に示すようにこの気化器 26 は、上記液体原料供給通路 38 側から圧送されてくる液体原料 30 を一時的に貯留する液溜め室 62 と、原料ガス通路 40 側へ接続されて減圧雰囲気になされた気化室 64 と、上記液溜め室 62 と上記気化室 64 とを連通して液体原料を上記気化室 64 側へ流通させる細孔 66 と、この細孔 66 の液溜め室 62 側の液入口 68 を開閉する弁体 70 と、この弁体 70 の弁開度を制御するアクチュエータ手段 72 とにより主に構成されている。

具体的には、上記気化室 64 を区画する気化器本体 74 は、例えばアルミニウム製の円柱状のブロック体よりなり、このブロック体を穿り抜くことにより略円錐形状のように出口側が次第に拡開された気化室 64 を形成している。図示例にあっては、加工の容易性も考慮して、気化室 64 の区画面は、円錐の表面に略沿うようにテーパ面として全体を略円錐形状としている。

【0018】

そして、この気化室 64 の出口 64A には、この直径と同じ内径に設定されたフランジ部 76 が図示しないボルト等により連結されている。このフランジ部 76 は、原料ガス通路 40 に直線状に接続されることになる。

上記気化器 74 の図中左側端部には、上記気化室 64 と連通された上記細孔 66 が設けられている。この細孔 66 の近傍には浅い凹部 78 が設けられ、この凹部 78 の全体を被うようにして、台座 80 を接合している。この台座 80 にも上記浅い凹部 78 と対応させて凹部 82 を設けている。そして、この台座 80 側の凹部 82 と上記気化器本体 74 側の凹部 78 との間を気密に仕切るようにして弁体 70 としてここでは円板状のダイヤフラム 84 を介在させている。この弁体 70 としてのダイヤフラム 84 は、図 6 にも示すように例えばステンレス製の薄い金属円板よりなり、板厚方向へ変形屈曲可能になされている（図 5 参照）。このようにダイヤフラム 84 で区画された上記気化器本体 74 側の凹部 78 が上記液溜め室 62 として形成される。そして、この凹部 78 と上記液体原料供給通路 3

8とを連通するようにして、直径が例えば3 mm程度の液流路90が形成されている。

従って、原料液体30は上記液流路90を介して液溜め室62内へ一時的に貯留することになり、上記細孔66の液溜め室62側の液入口68に上記ダイヤフラム84を着座させて閉塞することにより、液体原料の流れを停止させることが可能となる。

【0019】

一方、前記アクチュエータ手段72は、上記弁体70側に取り付けられており、筒体状の電磁コイル92とこの中心を上記ダイヤフラム84が位置する方向へ移動可能になされた駆動ロッド94とにより主に構成されている。そして、この駆動ロッド94は微少ストローク量が制御可能になされており、後述するように微小な弁開度を精度良くコントロールできるようになっている。この駆動ロッド94の先端部は、上記台座80を貫通して凹部82内に侵入し、この先端に可動状態になされた剛球96を介して弁体押圧部材98を取り付けており、この弁体押圧部材98により上記ダイヤフラム84を裏面側から押圧するようになっている。上記剛球96の目的は、駆動ロッド94による押圧力が上記ダイヤフラム84の面に対して常に垂直方向となるように設定するためである。尚、上記アクチュエータ手段72としては、上述したような電磁駆動方式のものに限定されず、例えば圧電素子による駆動方式を採用してもよい。

【0020】

一方、上記気化器本体74には、キャリアガス導入手段として、直径が例えば2 mm程度のキャリアガス流路100が形成されており、そのガス噴射口102が上記気化室64内に臨ませて設けられている。そして、このキャリアガス流路100は、キャリアガス導入管46に接続されており、例えば気化器本体74の温度と同じ温度に加熱したHeガスをキャリアガスとして気化室64へ導入するようになっている。この場合、液体原料30のミスト化を促進させるためには、上記ガス噴射口102を細孔66の液出口104に対してできるだけ接近させて設けるのがよく、現行の加工技術を考慮すれば略5 mm程度まで接近させることが可能である。

【 0 0 2 1 】

また、上記台座 8 0 と気化器本体 7 4 との間には、加熱手段としてリング板状の第 1 の加熱ヒータ 1 0 6 が介在されており、流入してくる液体原料 3 0 や、特にダイヤフラム 8 4 及び液体原料 3 0 の気化熱により冷却される傾向にある細孔 6 6 の部分を加熱し得るようになっている。そして、上記細孔 6 6 の近傍には、温度センサとして例えば第 1 の熱電対 1 0 8 が埋め込まれており、第 1 の温度制御部 1 1 0 はこの第 1 の熱電対 1 0 8 の検出値が所定の値を維持するように上記第 1 の加熱ヒータ 1 0 6 を制御するようになっている。

また、上記フランジ部 7 6 及び気化器本体 7 4 を貫通するようにして、加熱手段として棒状の第 1 の加熱ヒータ 1 1 2 が複数本埋め込まれており、このフランジ部 7 6 や気化器本体 7 4 を加熱するようになっている。この場合にも、上記気化器本体 7 4 には、温度センサとして第 2 の熱電対 1 1 4 が気化室 6 4 に接近させて埋め込まれており、第 2 の温度制御部 1 1 6 は、この第 2 の熱電対の検出値が所定の値を維持するように上記第 2 の加熱ヒータ 1 1 2 を制御するようになっている。

【 0 0 2 2 】

ここで主要部の各寸法について簡単に述べると、気化室 6 4 の出口 6 4 A の直径 D 1 は 1 2 ～ 2 0 m m 程度、細孔 6 6 の直径 D 2 は 0 . 5 ～ 2 m m 程度、その長さ L 1 は 5 m m 以下程度である（図 3 参照）。特に、細孔 6 6 内に貯留する液体原料の体積をより少なくするために、この細孔 6 6 内の体積を例えば液体原料の流量の数秒以内の総流量程度に抑制するために、上記直径 D 2 や長さ L 1 はできるだけ小さく設定するのが好ましい。また、気化室 6 4 の長さ L 2 は 1 2 ～ 2 0 m m 程度に設定し、この出口 6 4 A の直径 D 1 と比較して、できるだけ圧力損失が少なくなるような寸法とする。

【 0 0 2 3 】

次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。

まず、図 1 を参照して半導体製造システムによる成膜処理について説明する。
まず、処理装置 2 4 の処理容器 4 8 内には、載置台 5 2 上に半導体ウエハ W が載置されて所定のプロセス温度、例えば 2 0 0 ℃程度に加熱維持されていると共に

、真空引きによって所定のプロセス圧力、例えば 1 T o r r に維持されている。

一方、原料供給系 2 8 の原料タンク 3 2 内に貯留されている C u (h f a c) T M V S のような液体原料 3 0 は、分解反応防止のため、室温に保たれている。この液体原料 3 0 は、加圧管 3 6 より供給される例えば H e などの加圧ガスによって液体原料供給通路 3 8 内を圧送され、途中に介設した液体質量流量計 4 2 により流量検知されつつ気化器 2 6 へ導入される。液体流量信号は気化器内の弁体へフィードバックされ流量制御をする。この気化器 2 6 へ導入された液体原料は、後述するようにここで断熱膨張することにより気化されて原料ガスとなり、この原料ガスは、液化温度以上であって、分解反応温度以下の温度に加熱維持されている原料ガス通路 4 0 を流下して処理装置 2 4 のシャワーヘッド 5 6 から処理容器 4 8 内へ供給され、ここで例えばウエハ W の表面に銅膜等を成膜することになる。

【 0 0 2 4 】

次に、図 2 及び図 5 を参照して上記気化器 2 6 の動作について説明する。図 3 は気化器の弁開度が全開状態を示し、図 4 は気化器の弁開度が半開状態を示し、図 5 は気化器の弁開度が全閉状態を示している。図 2 において、液体原料供給通路 3 8 を流れてきた液体原料 3 0 は、液流路 9 0 を介してダイヤフラム 8 4 で区画された微小容量の液溜め室 6 2 内へ流れ込む。この液体原料 3 0 は、図 3 及び図 4 に示すように、弁体として機能するダイヤフラム 8 4 が細孔 6 6 の液入口 6 8 に着座しておらずにこれより離れている場合には、この細孔 6 6 の流入口 6 8 から細孔 6 6 内を通過し、そして、他端の液出口 1 0 4 から減圧雰囲気になされている気化室 6 4 内に向けて放出される。そして、放出されると直ちに、断熱膨張によって液体原料 3 0 は非常に細かな液滴にミスト化されると同時に瞬時に気化され、原料ガスが発生することになる。また、これと同時に、キャリアガス流路 1 0 0 のガス噴出口 1 0 2 からは、キャリアガスとして H e ガスが噴射されている。この際、従来の気化器と異なり、気化室 6 4 の容積乃至体積は、非常に大きくなされているので、液体原料 3 0 を非常に効率的に気化させることができる。従って、微細なミストが気化室 6 4 の内壁面へほとんど付着することもなく、また、液体原料が気化室 6 4 内へ残留することもない。また、気体原料 3 0 を効

率的に気化させることができることから、気化室 30 内で液体原料が熱分解することもなく、従って、分解による析出金属によって気化器自体が閉塞することも防止することができる。このように、供給した液体原料を、略完全に気化させて成膜に寄与させることができるので、設計値通りの膜厚の堆積膜を形成することが可能となる。

【0025】

また、上述のように気化室 64 の容量を大きくしているので、排気コンダクタンスが非常に大きくなって気化室 64 における圧力損失が非常に少なくなり、この点よりも液体原料の気化効率を更に向上させることができる。ちなみに、前述した本実施例のような寸法の場合には、気化室 64 における圧力損失は 10 % 程度まで抑制することができた。また、細孔 66 より射出した液体原料は気化されて、そのまま方向をほとんど変えることなく直線的に原料ガス通路 40 内側へ流れ込んで行くので、流出気体に乱流が生ずることなく、これを円滑に流下させることができる。

また、キャリアガスを噴射するガス噴射孔 102 は、その直径を非常に小さくして噴出ガス流速を高めていると共に、細孔 66 の液出口 104 に非常に接近させて設けてあることから、細孔 66 から流出した液体原料はこのキャリアガスにより効率的に攪拌されるので、液体原料のミスト化を一層促進させることができる。

【0026】

また、気化室 64 の壁面には大きな不連続面が存在しないので、気体の淀みもその分、抑制することが可能となる。

更には、また複数、例えば 2 つの加熱ヒータ 106、112 を設けて、それぞれの加熱対象部分の温度を、これに対応する熱電対 108、114 で検出して制御を行なうようにしたので、全体の加熱温度の均一性を高く維持することができる。特に、第 1 の熱電対 108 は、気化熱により温度が低下する傾向にある細孔 66 の液出口 104 の近傍の温度を検出して、この部分の温度を適正值に維持しているので、この点よりも液体原料の気化を更に効率的に行なうことが可能となる。

ここで液体原料 30 の流量を制御するには、アクチュエータ手段 72 の駆動ロッド 94 を微小距離ずつ前進或いは後退させることにより、ダイヤフラム 84 の屈曲量を変化させて弁開度を変化させればよい。そして、液体原料 30 の供給を停止するには、図 5 に示すように、ダイヤフラム 84 を細孔 66 の液入口 68 に完全に着座させてここを全閉状態とすればよい。この際、細孔 66 内には、この体積が非常に小さく設定されていることから、僅か数秒程度の流量に相当する液体原料しか残存しないことになり、成膜中の堆積膜の厚さに悪影響を与えることもない。

【0027】

上記実施例では、気化室 64 の壁面形状を、円錐形状としたが、これに限定されず、例えば図 7 (A) に示すようにテーパ面と垂直面と水平面が適宜組み合わさった形状としてもよく、図 7 (B) に示すようにテーパ面と垂直面とを組み合わせて出口 64 A の直径 D_1 をフランジ部 76 の径よりも大きく設定してできるだけ気化室 64 内の体積を大きくするようにしてもよいし、或いは図 7 (C) に示すように気化室 64 を略円錐形状に沿って形成するのではなく、略円筒形状に成形して気化室 64 内の体積をできるだけ大きくするようにしてもよい。いずれにしても、この気化室 64 の全体形状は、体積が大きければよく、その形状は特に限定されない。

【0028】

また、上記実施例では、弁体 70 としてダイヤフラム 84 を用いたが、これに限定されず、図 8 に示すように弁体 70 として、金属薄板で蛇腹状に形成されて伸縮自在になされたベローズ 120 を用いるようにしてもよい。

また、ここでは液体原料として、銅膜を成膜する際に使用する Cu(hfac) TMVS を使用した場合を例にとって説明したが、これに限定されず、どのような液体にも適用することができ、例えばアルミニウムを成膜する際に用いる DMAH (ジメチルアルミニウムヘキサイド)、酸化タンタル膜等を成膜する際に用いる $\text{Ta(OC}_2\text{H}_5)_5$ (金属アルコキシド)、TEOS 原料等も使用することができる。

【0029】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の気化器及びこれを用いた半導体製造システムによれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

請求項 1、3、4 に規定する発明によれば、気化室は比較的大きくなされているので、液体原料を迅速に且つ効率的に気化させることが可能となる。

また、気化室内に液体原料が残留することがなくなるので、これが閉塞することも防止することができる。

請求項 2 に規定するように、キャリアガスを導入することにより、液体原料をキャリアガス中に混合させて効率的にミスト化させることができる。

請求項 5 に規定するように、液体原料の噴出方向を、気化器出口の方向に一致させることにより、排気コンダクタンスが大きくなって圧力損失を減少でき、一層効率的に液体原料を気化させることができる。

請求項 6 に規定するように、気化室や液体原料を加熱することにより、液体原料を気化し易くでき、また、気化状態の原料ガスが再液化することも防止することができる。

請求項 7 に規定するように、細孔の液出口に温度センサを設けることにより、気化熱により冷える傾向にある細孔の液出口の近傍の温度を検出できるので、これを最適な温度に制御でき、液体原料の気化を一層効率的に行なうことができる。

請求項 8 に規定するように、キャリアガスの噴射口を細孔の液出口の近傍に設けることにより、細孔の液出口より流出した液体原料を直ちにキャリアガスで拡散させてミスト化できるので、その分、液体原料の気化を効率的に行なうことができる。

請求項 9 に規定するように、成膜時に用いられる金属錯体原料を液体として使用すれば、正確な量の原料ガスを成膜に寄与させることができ、膜厚を設計値通りに精度良くコントロールすることができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明に係る気化器を用いた半導体製造システムを示す概略全体構成図である

【図 2】

本発明の気化器を示す断面図である。

【図 3】

気化器の主要部を示す拡大図である。

【図 4】

気化器の主要部を示す拡大図である。

【図 5】

気化器の主要部を示す拡大図である。

【図 6】

ダイヤフラムを示す平面図である。

【図 7】

本発明の気化器の気化室の形状の変形例を示す断面図である。

【図 8】

本発明の気化器の弁体にベローズを用いた時の構造を示す図である。

【図 9】

従来の気化器を示す構成図である。

【符号の説明】

2 2 半導体製造システム

2 4 処理装置

2 6 気化器

3 0 液体原料

3 2 原料タンク

6 2 液溜め室

6 4 気化室

6 6 細孔

6 8 液入口

7 0 弁体

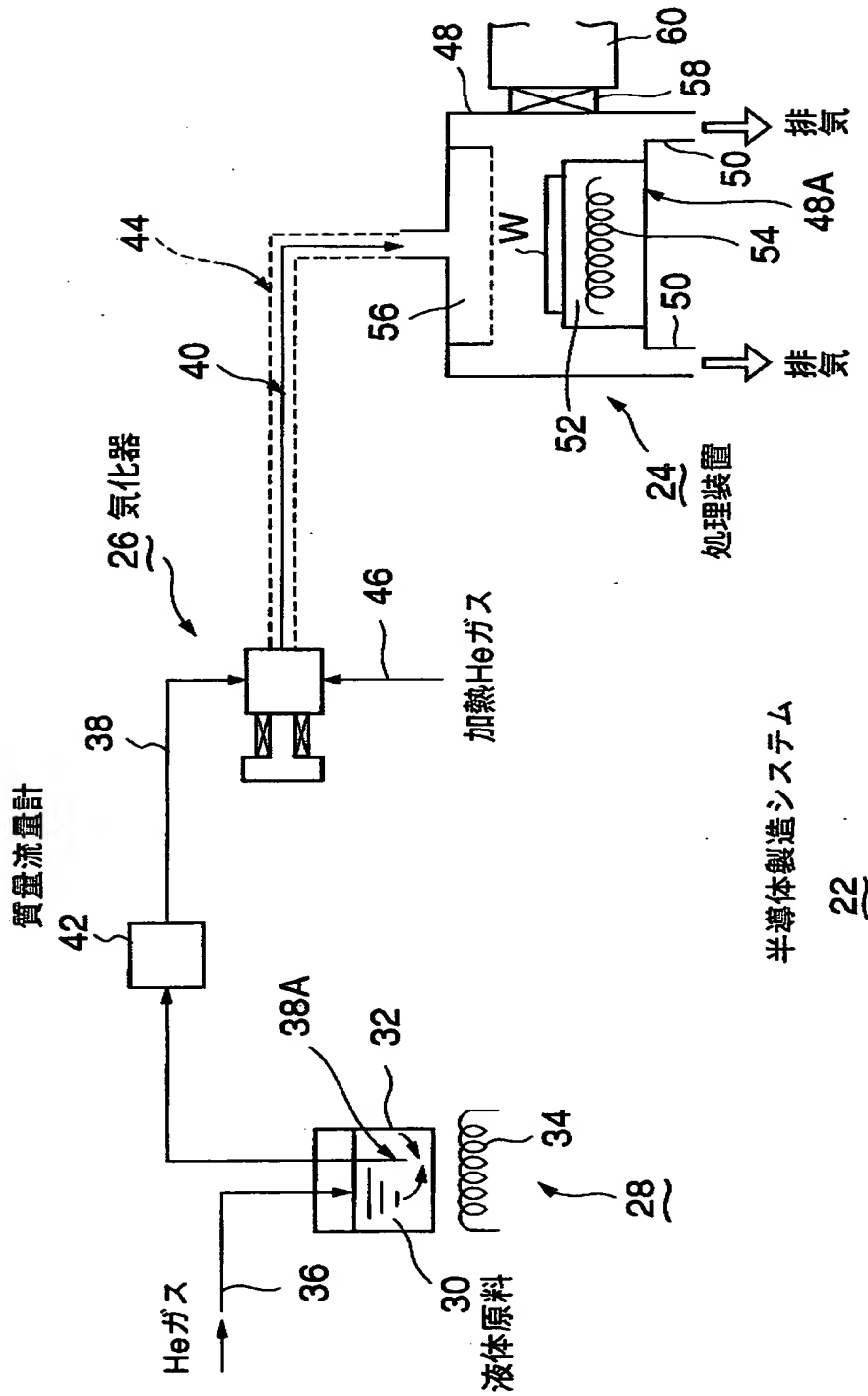
7 2 アクチュエータ手段

- 7 4 気化器本体
- 8 4 ダイアフラム
- 1 0 0 キャリアガス流路 (キャリアガス導入手段)
- 1 0 2 ガス噴射口
- 1 0 4 液出口
- 1 0 6 第 1 の加熱ヒータ (加熱手段)
- 1 0 8 第 1 の熱電対 (温度センサ)
- 1 1 2 第 2 の加熱ヒータ (加熱手段)
- 1 1 4 第 2 の熱電対 (温度センサ)
- 1 2 0 ベローズ

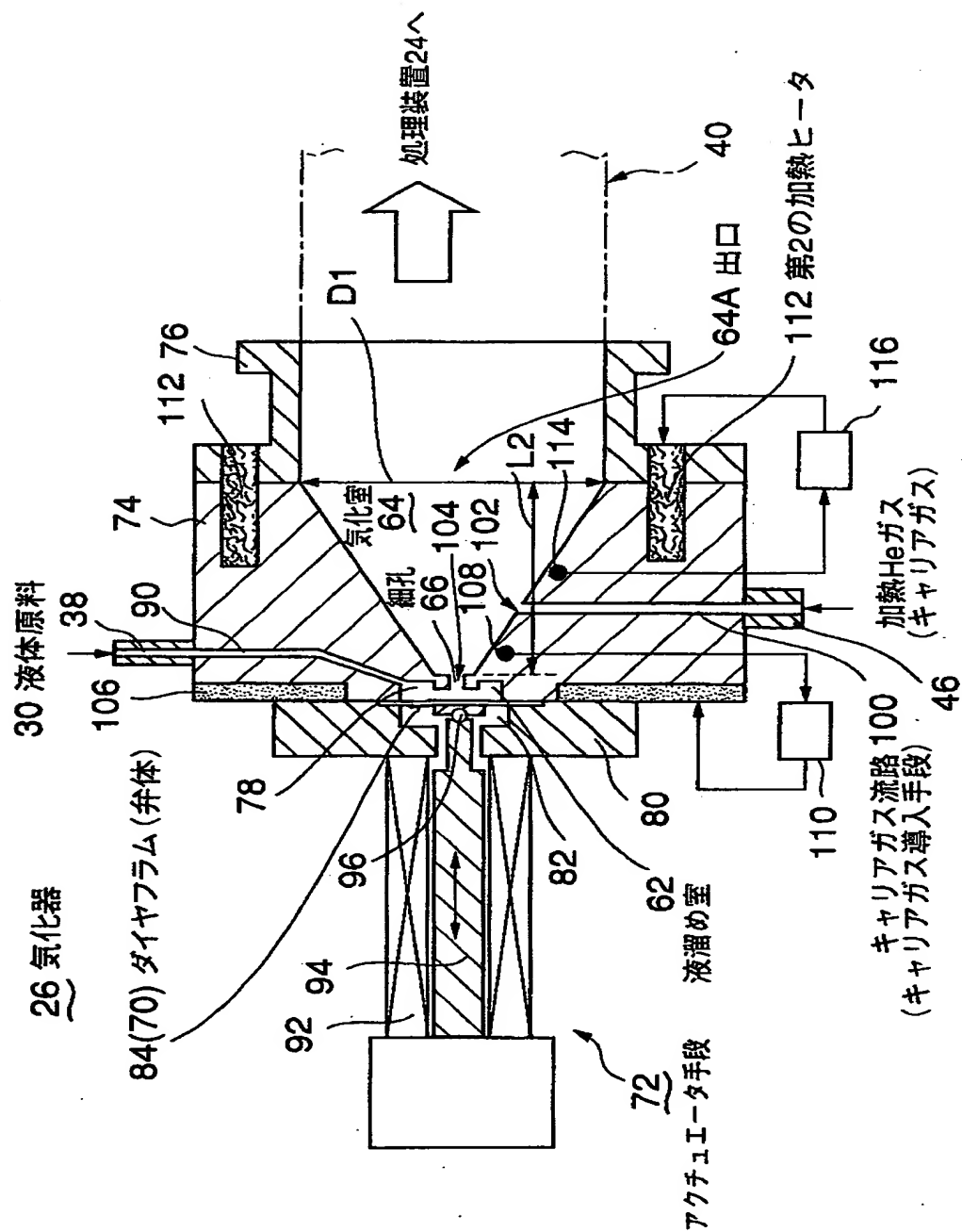
【書類名】

図面

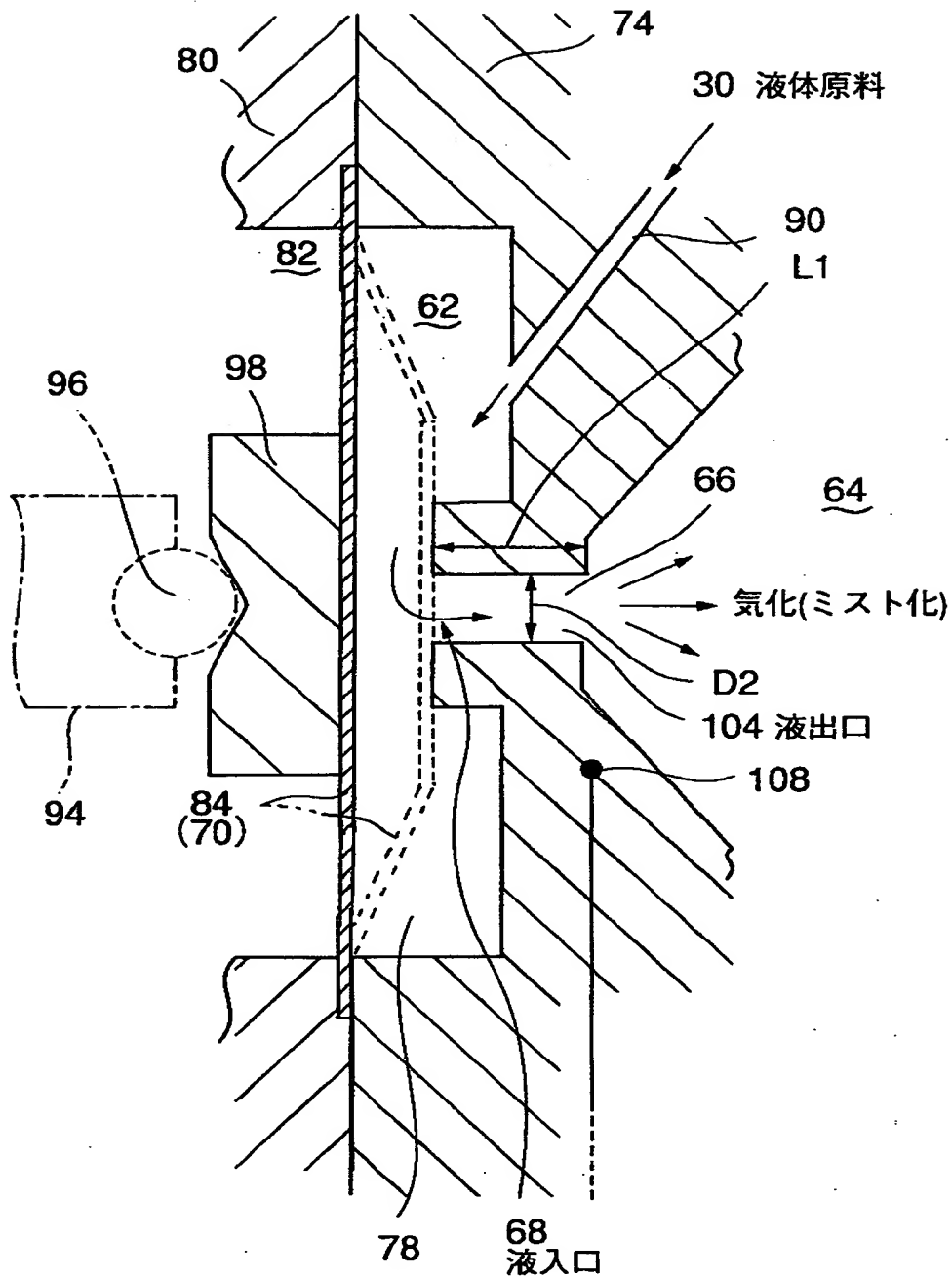
【図 1】



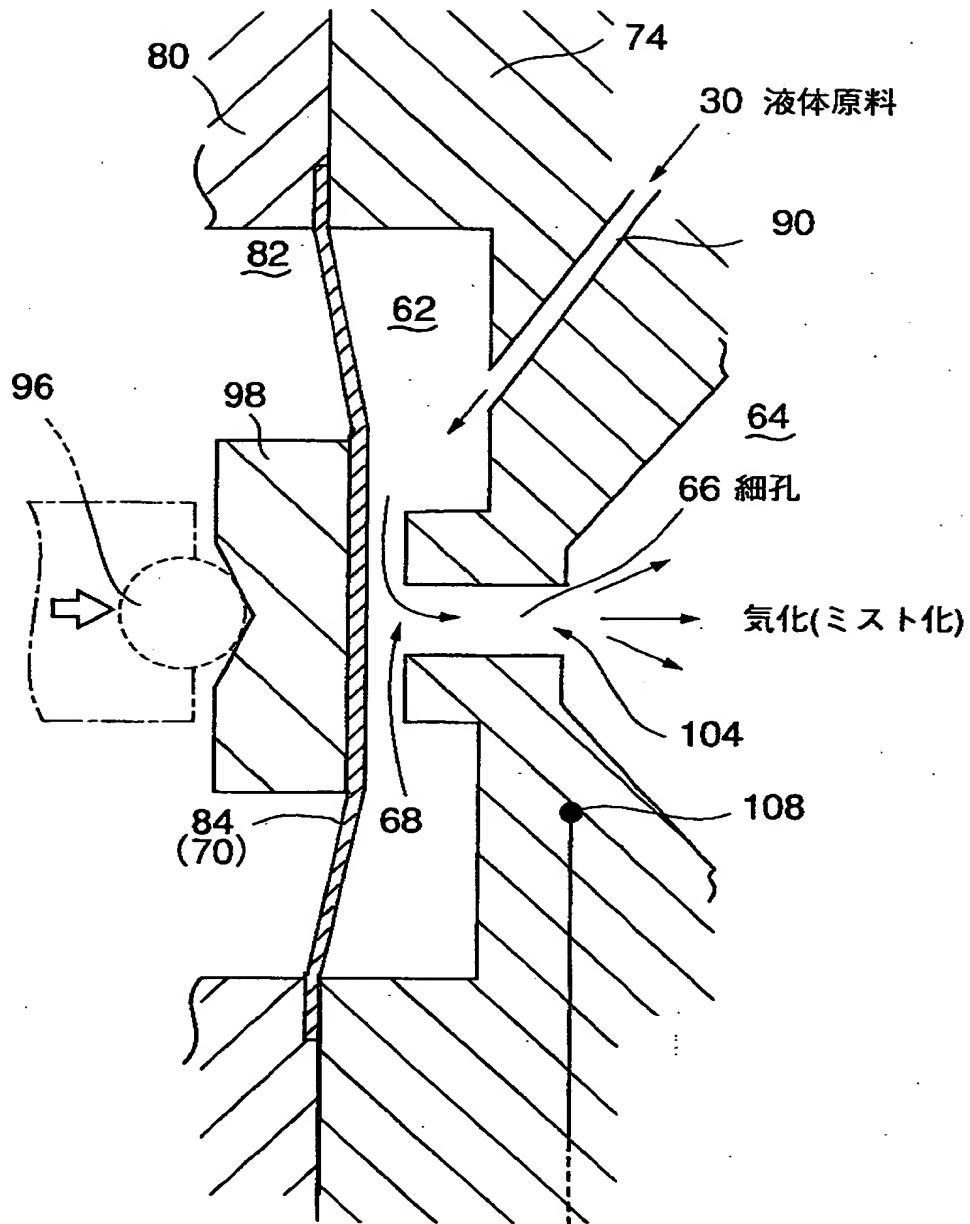
【図 2】



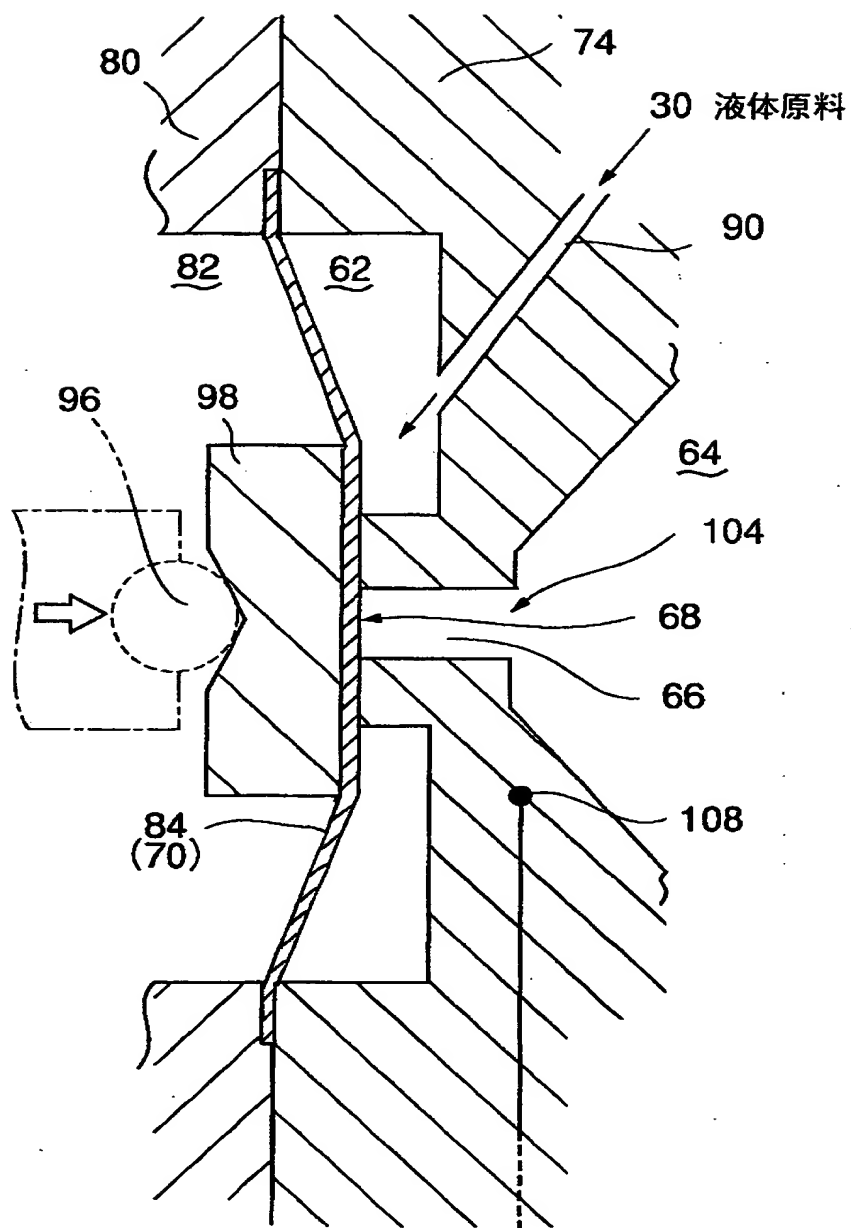
【図 3】



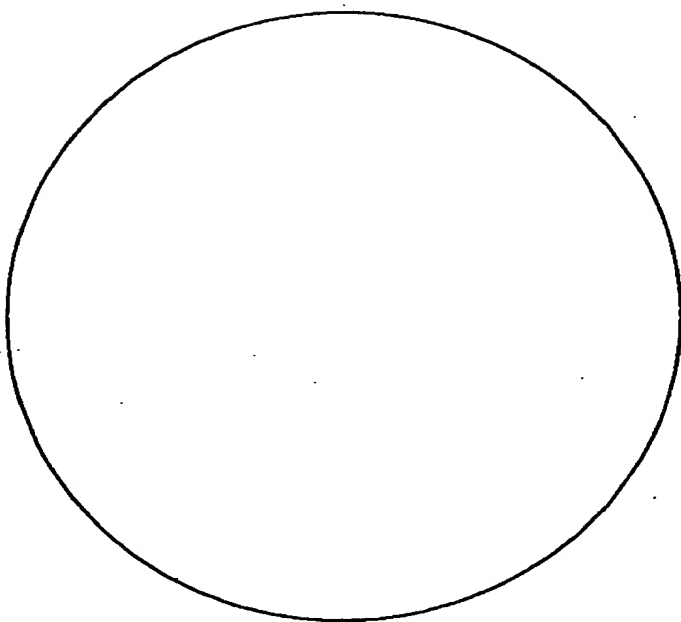
【図 4】



【図 5】

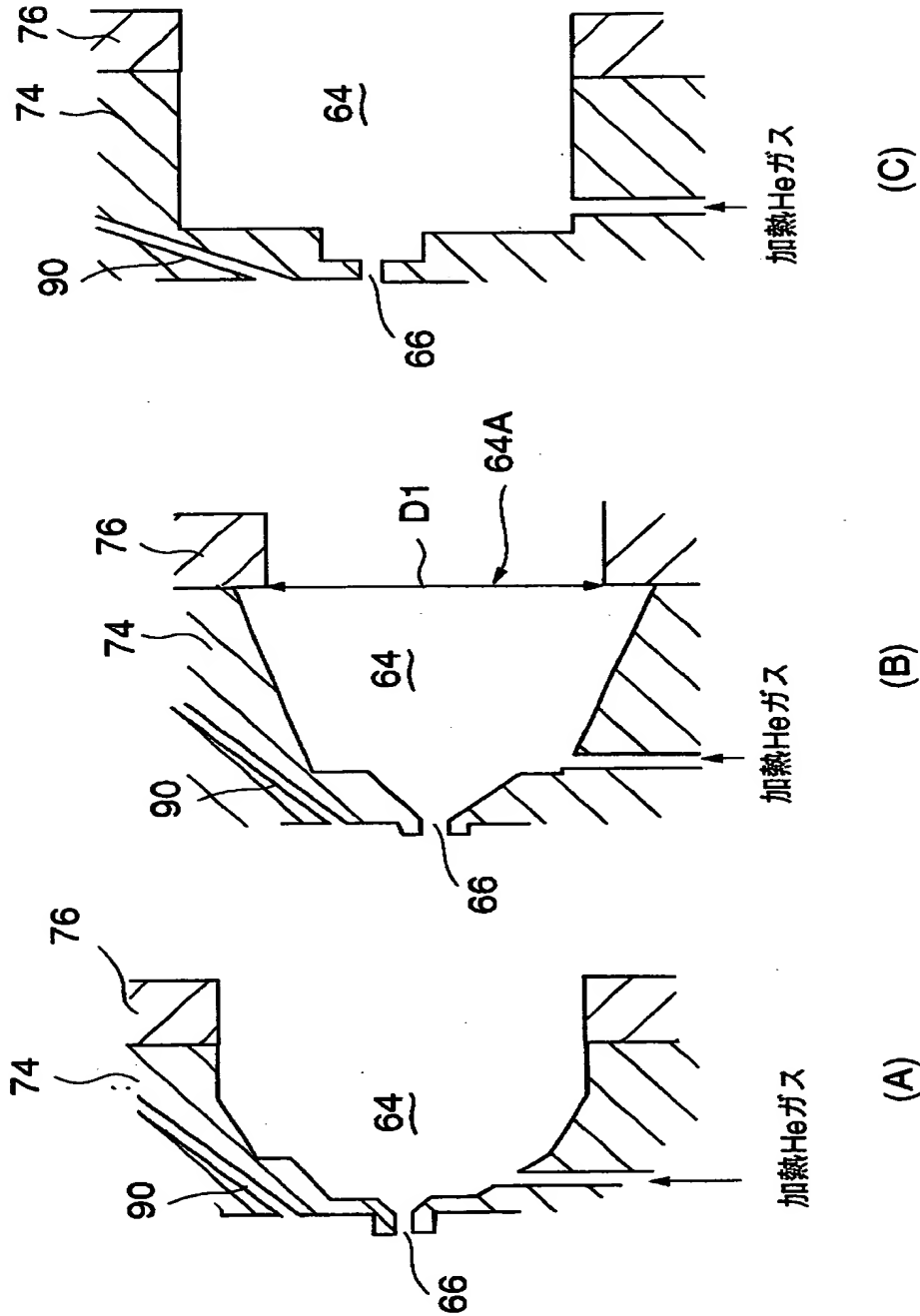


【図 6】

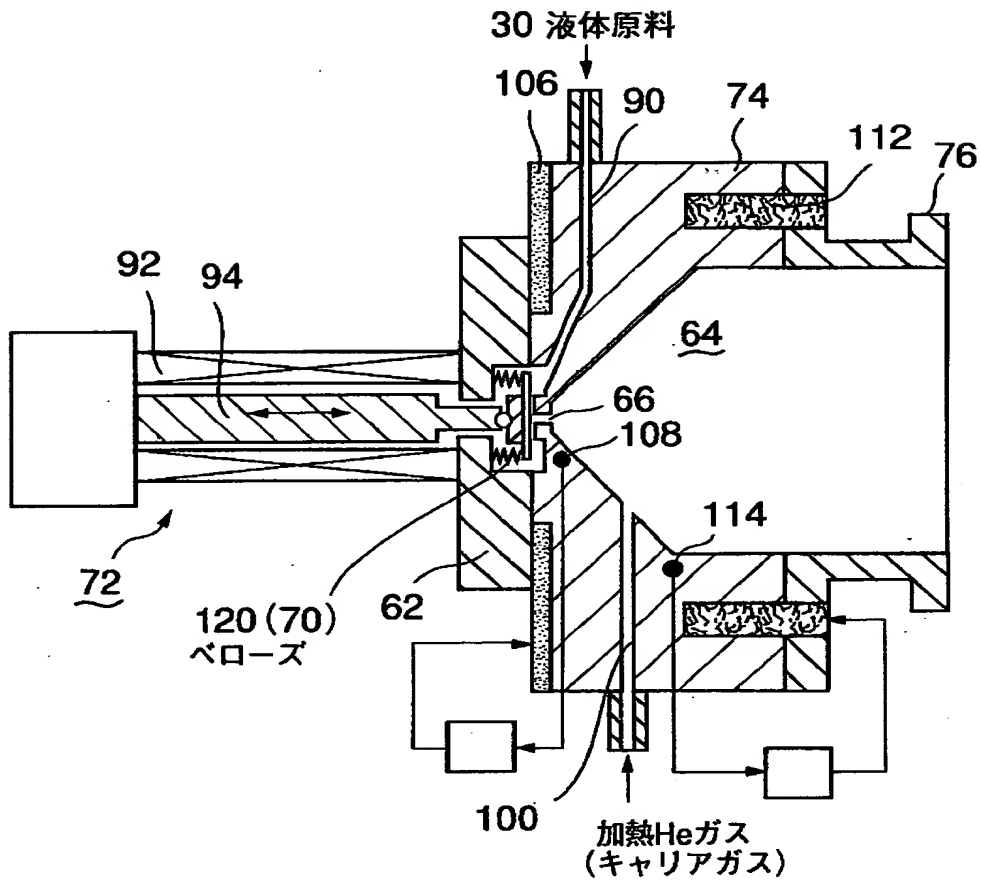


84 (70)

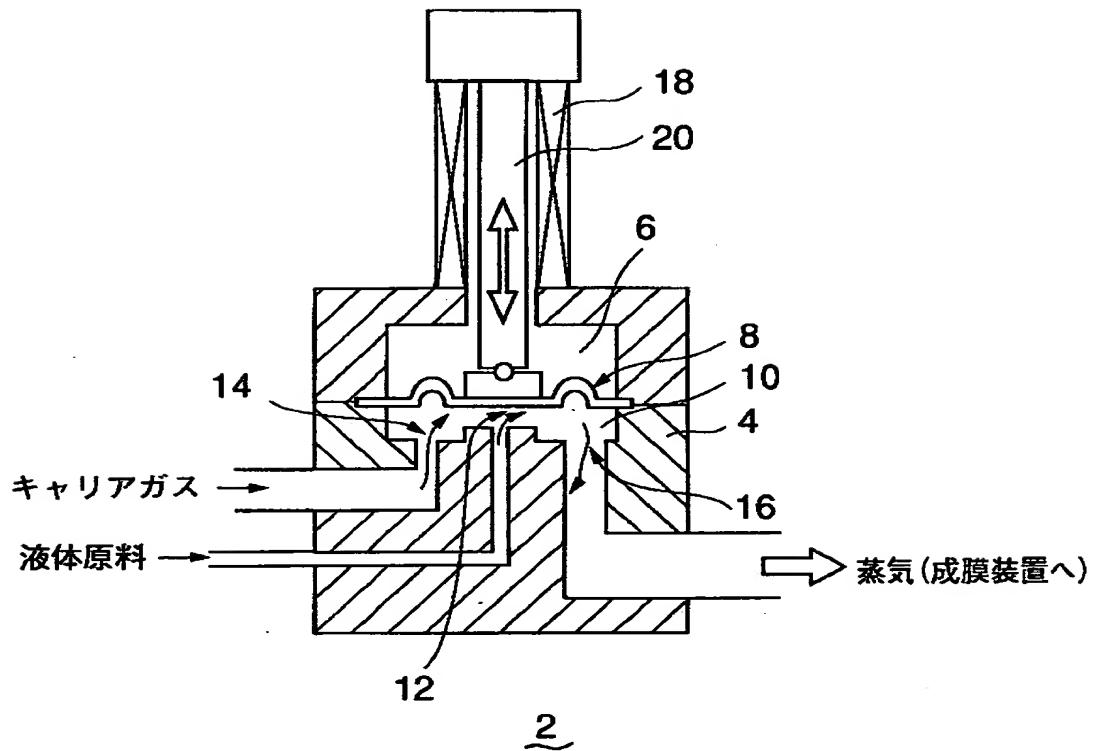
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液体原料を効率的に気化させることができる気化器を提供する。

【解決手段】 圧送されてくる液体原料 3 0 を減圧雰囲気中にて気化させる気化器 2 6 において、前記圧送されてくる液体原料を一時的に貯留する液溜め室 6 2 と、減圧雰囲気になされた気化室 6 4 と、前記液溜め室と前記気化室とを連通して前記液体原料を前記気化室側へ流通させる細孔 6 6 と、前記細孔の前記液溜め室側の液入口を開閉する弁体 7 0 と、前記弁体の弁開度を制御するアクチュエータ手段 7 2 とを備える。これにより、液体原料を効率的に気化させる。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第256410号
受付番号	59900880884
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成11年 9月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年 9月 9日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390014409]

1. 変更年月日	1990年10月19日
[変更理由]	新規登録
住 所	滋賀県野洲郡中主町大字乙窪字澤588番1
氏 名	株式会社リンテック